Jb. Nass. Ver. Naturk. 116 S. 41–64 6 Abb. 2 Taf. Wiesbaden 1995

Zur Pliozän/Pleistozän-Grenze im nördlichen Oberrheingraben bei Eich (Bl. 6216 Gernsheim) anhand neuer Bohrergebnisse

MARTIN HOTTENROTT, THOMAS KÄRCHER, INGO SCHILL

Kurzfassung: Anhand neuer Bohrergebnisse aus dem Bereich von Eich können auf der Basis von lithologischem Befund in Verbindung mit pollenanalytischen Untersuchungen sowie der Interpretation von konkretionären Bildungen und Makrofossilien eine lithostratigraphische Großgliederung mit Angabe der Tiefenlage der Pliozän/Pleistozän-Grenze gegeben werden.

Das untersuchte Profil der Bohrung 2209 bei Eich kann in zwei deutlich unterschiedliche Abschnitte gegliedert werden. In der oberen, vorwiegend sandig-kiesigen Abfolge, sind zwei ausgeprägte feinklastische Horizonte (Ton/Schluff-Horizont 1 und 2) eingeschaltet. Der untere Abschnitt ist insgesamt deutlich feinklastischer ausgebildet. Im oberen und mittleren Teil davon schaltet sich ein jeweils mächtiger tonig-schluffiger Schichtkomplex (Ton/Schluff-Sequenz 1 und 2) ein.

Die Pliozän/Pleistozän-Grenze wird in dem Profil bei 75,5 m an den Beginn der mächtigen tonig-schluffigen Sequenz 1 gelegt. Die klar abzugrenzenden Ton/Schluff-Sequenzen 1 und 2 sind nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen eindeutig ins Pliozän zu stellen.
Eine lithostratigraphische Untergliederung des Profils mit einer abgesicherten stratigraphischen Einstufung der feinklastischen Abfolgen ist mit dem vorliegenden Datenbestand nur eingeschränkt möglich. Wahrscheinlich kann der Obere Zwischenhorizont (entspricht dem Ton/Schluff-Horizont 1) mit dem Eem-Interglazial parallelisiert werden. Zum Alter des Unteren Zwischenhorizontes (Ton/Schluff-Horizont 2) haben sich keine maßgebenden neuen Aspekte ergeben. Altquartäre Bildungen im Sinne von BARTZ können in der beschriebenen Lockergesteinsabfolge nicht ausgegliedert werden.

Abstract: The depth of the Pliocene/Pleistocene boundary is determined from newly drilled boreholes near Eich in the northern Upper-Rhinegraben. It is derived from lithology, palynological investigations, interpretation of concretions, and macrofossils.
The profile of hole 2209 near Eich may be divided into 2 sections: The upper, mainly sand-gravel sequence contains 2 distinct fine-clastic horizons (clay/silt layer 1 and 2). The lower part, over all, is more fine-clastic, with a thick clay/silt package in its upper and middle parts (clay/silt sequences 1 and 2).

The Pliocene/Pleistocene boundary in this profile is fixed at 75,5 m at the onset of the thick clay/silt sequence 1. According to our investigations the well separable clay/silt sequences clearly belong to the Pliocene.

The existing data do not allow an exact lithographically based stratigraphic classification of the fine-clastic sequences of the profile. Most probably, the 'Oberer Zwischenhorizont' (clay/silt horizon 1) corresponds to the Eemian (Riss-Mindel interglacial). No new informations have been derived for the age of the 'Unterer Zwischenhorizont' (clay/silt horizon 2). Lower-Quaternary formations sensu BARTZ cannot be distinguished in the described soft-rock sequence.

Inhalt

1. Einführung

Die im Raum Eich über 10 km breite linksrheinische Grabenscholle verjüngt sich bis in den Raum Oppenheim immer mehr und findet in dem SW–NE-gerichteten Rotliegend-Horst bei Nierstein ihr Nordende. Im Westen wird sie von der westlichen Rheingraben-Hauptstörung begrenzt, an der die miozänen Festgesteine des östlichen Rheinhessischen Tafel- und Hügellandes um mehr als 500 m in die Tiefe versetzt werden. Innerhalb der Grabenscholle sind im Gegensatz zum tieferen tertiären Unterbau, der in ein komplexes Schollenmosaik gegliedert ist, im jüngeren Tertiär offensichtlich nur noch wenige Störungen nachweisbar. Inwieweit diese bis in die pliozänen- und quartären Lockergesteine hinaufreichen, ist unsicher.Nach derzeitigem Kenntnisstand ist auf der linksrheinischen Grabenhälfte von zwei Störungssystemen auszugehen, die bis in die jüngeren und jüngsten Lockersedimente heraufreichen.Westlich von Worms wird die sogenannte Herrnsheimer Hochscholle, auf der Pliozän unter wenig mächtiger Quartärüberdeckung ansteht, von einer Nord–Süd streichenden Verwerfung abgetrennt. Innerhalb der Grabenscholle versetzt eine parallel dazu verlaufende synthetische Störung noch quartäre Schichtglieder, so daß sich generell eine Mächtigkeitszunahme des Quartärs in östliche Richtung ergibt.

Über den tieferen Untergrundaufbau liegen mangels fehlender tiefer Wasserbohrungen keine detaillierten Kenntnisse vor. Die vorhandenen Tiefbrunnen erfassen nur den oberen Teil (bis max. 150 m) der ca. 400–600 m mächtigen pliozänen und quartären Lockergesteinsabfolge. Die zahlreichen Erdöl- und Erdgasbohrungen sind für spezielle Betrachtungen der Lockersedimente nur wenig brauchbar.

Als Untersuchungsobjekt der nachfolgenden geologischen und lithostratigraphischen Bearbeitung wurde die bei Eich gelegene Aufschlußbohrung 2209 (Abb. 1) ausgewählt, die im Jahre 1993 zwecks Errichtung von tiefendifferenzierten Grundwasser-Meßstellen abgeteuft wurde.
Die derzeit in der Bearbeitung befindliche Dokumentation der Bohrdaten im Rahmen der entsprechenden geologischen Blatt-Kartierungen (TK 6216 Gernsheim,

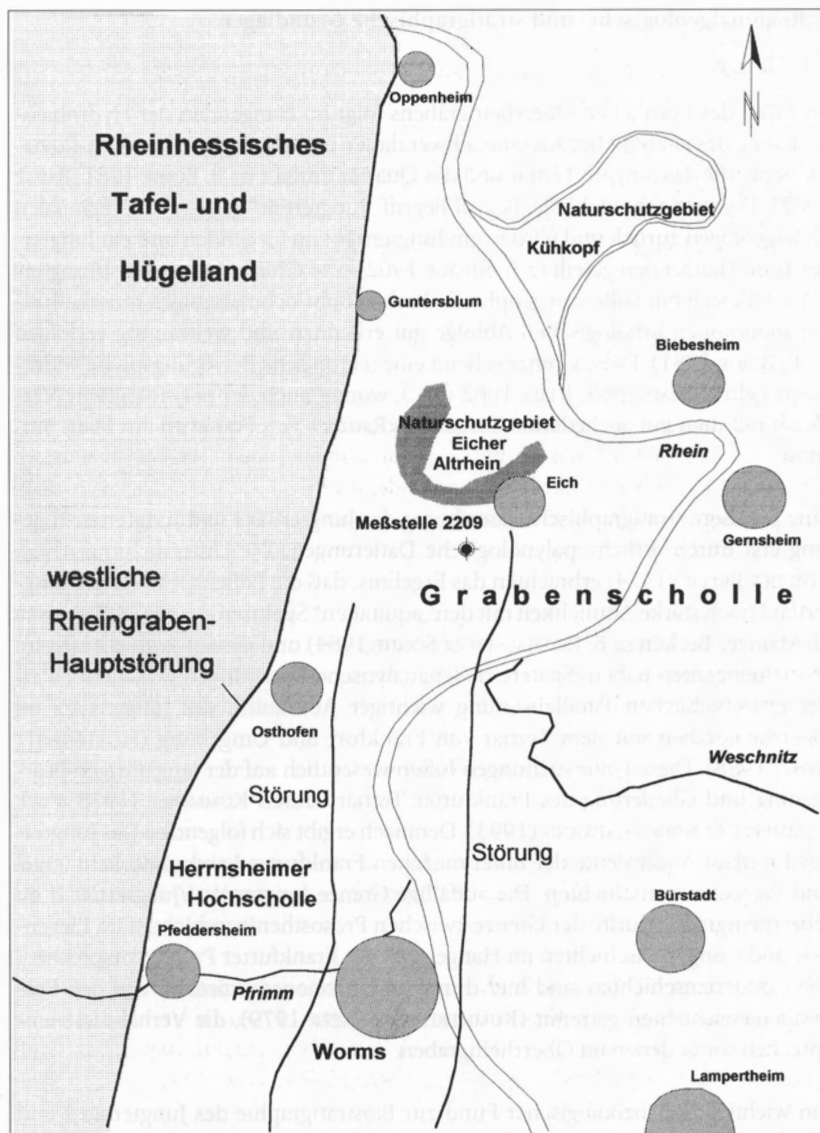


Abb. 1. Übersichtsplan.

TK 6315 Pfeddersheim) sowie des Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanes Rheinhessen werden sicherlich weitere Erkenntnisse zur Ausbildung und Altersstellung der jüngeren Schichtenfolge liefern.

2. Regionalgeologische- und stratigraphische Grundlagen

2.1. Pliozän

Im Profil des nördlichen Oberrheingrabens folgt im Hangenden der Hydrobienschichten des älteren Miozäns eine schwer datier-und gliederbare limnisch-fluviatile Serie, die das jüngere Tertiär und das Quartär umfaßt (z. B. Boigk 1981, Bartz 1982). Der hier gebräuchliche Begriff Begriff „Jungtertiär“ geht auf die regionalen Erdölgeologen zurück und wird in ein Jungtertiär I im Liegenden und ein Jungtertiär II im Hangenden geteilt (z.B. Straub 1962). Die Grenze Jungtertiär I/Jungtertiär II läßt sich mit Hilfe von geophysikalischen Bohrlochmessungen innerhalb einer monotonen lithologischen Abfolge gut erkennen und weiträumig verfolgen (z. B. Boigk 1981). Diese Grenze scheint eine tektonische Bewegungsphase widerzuspiegeln (Schad 1965, Illies 1962 u. a.), worauf auch der palynologische Vergleich mit dem gut gegliederten Tertiär des Raumes von Frankfurt am Main hinweist.

Eine präzisere stratigraphische Zuordnung des Jungtertiär I und Jungtertiär II gelang erst durch örtliche palynologische Datierungen. Die Untersuchungen von Von der Brelie (1974) erbrachten das Ergebnis, daß die Pollenspektren des Jungtertiär I noch starke Ähnlichkeit mit den „aquitanen“ Spektren des sog. Kalktertiärs im Mainzer Becken (z.B. Rothausen & Sonne 1984) und dessen Äquivalenten im Oberrheingraben haben. Spätere pollenanalytische Datierungen gelangten zu einer grundsätzlichen Parallelisierung wichtiger Abschnitte des Jungtertiärs im Oberrheingraben mit dem Tertiär von Frankfurt und Umgebung (Hottenrott 1987, 1988). Diese Untersuchungen fußen wesentlich auf der langjährigen Bearbeitung und Gliederung des Frankfurter Tertiärs durch Kümmerle (1978 u.a.), Kümmerle & Seidenschwann (1993). Demnach ergibt sich folgendes: Das Jungtertiär I umfaßt Äquivalente der untermiozänen Frankfurter Landschneckenmergel und Prososthenienschichten. Die auffällige Grenze Jungtertiär I/Jungtertiär II im Oberrheingraben dürfte der Grenze zwischen Prososthenienschichten im Liegenden und Congerienschichten im Hangenden der Frankfurter Profile entsprechen. Die Congerienschichten sind hier durch eine Erosionsdiskordanz von den Prososthenienschichten getrennt (Kümmerle & Scheer 1979), die Verhältnisse entsprechen somit denen im Oberrheingraben.

Ein wichtiger paläozoologischer Fund zur Biostratigraphie des Jungtertiär I und zur dessen Konnektierung mit benachbarten Regionen scheint lange Zeit nicht richtig gewürdigt worden zu sein. Hinsch & Modell (1959) erwähnen Funde von *Prososthenia* sp. aus dem „Obermiozän“ (Jungtertiär I) aus dem Raum von Pfungstadt. Wenn auch die stratigraphischen Schlußfolgerungen von Hinsch & Modell nach heutiger Auffassung unzutreffend sind, so ermöglichen doch diese Prososthenienfunde eine klare Verbindung zu den Prososthenienschichten der Profile von Frankfurt am Main und ergänzen den mikrofloristischen Befund. Der Begriff

„Prososthenienschichten" geht auf WENZ zurück (z.B. FISCHER & WENZ 1925) und wurde von KÜMMERLE später präzisiert (u. a. KÜMMERLE & SEIDENSCHWANN 1993). Die Pollenspektren des Jungtertiär II ähneln in dessen tieferem Abschnitt denen der Bockenheimer Schichten von Frankfurt (u.a. HOTTENROTT, 1988, 1993), welche nach radiometrischen Datierungen von FUHRMANN & LIPPOLT (1987) bereits dem Mittelmiozän zuzuordnen sind. Für hangende Spektren des Jungtertiär II fehlen im Frankfurter Raum die vergleichbaren miozänen Profile.

Solche finden sich u.a. im Vogelsberg (intrabasaltische Serie) und dürften stratigraphisch dem jüngeren Mittelmiozän entsprechen (HOTTENROTT 1987, 1988). Im nördlichen Oberrheingraben folgen über diesen noch unzweifelhaft dem Miozän angehörigen Profilabschnitten mächtige Schichten mit typischer pliozäner Pollenführung, wie diese wiederum von Frankfurt her bekannt sind. Das Jungtertiär II kann somit im hier betrachteten Abschnitt des nördlichen Oberrheingrabens miozäne wie auch pliozäne Zeitabschnitte umfassen, wie es sich auch bereits aus den älteren palynologischen Untersuchungen von VON DER BRELIE (1974) andeutet. Frühere stratigraphische Auffassungen sahen für das Jungtertiär II ausschließlich ein pliozänes Alter vor (z.B. BARTZ 1982).

Der Grenzbereich Miozän/Pliozän ist hier bislang biostratigraphisch nicht untersucht, daher ist die Lage dieser Grenze noch nicht genau zu fassen. Unklar ist auch inwieweit örtlich oder generell miozäne Bildungen vor der pliozänen Sedimentation bereits wieder entfernt wurden. Eine durchgehende Sedimentation während des Miozäns und Pliozäns im nördlichen Oberrheingraben erscheint unwahrscheinlich. Vielmehr hat es den Anschein, daß sich zwischen miozänen und pliozänen Schichten hier immer eine Diskordanz und damit eine erhebliche Zeitlücke befindet. Nach der Darstellung von BOIGK (1981) scheint das Pliozän im gesamten Oberrheingraben auf Schichten unterschiedlichen Alters überzugreifen.

Im Großraum Karlsruhe gelangt BARTZ (1982) zu einer lithologischen Gliederung des Pliozäns im Graben in drei Abschnitte (Pliozän I–III), wobei die Gliederung Unterstützung durch die Palynologie erfährt (VON DER BRELIE 1982). Die pliozänen Sedimente setzen sich überwiegend aus Sanden, Schluffen und Tonen zusammen. Gelegentlich treten auch geringmächtige Kieslagen auf, stärkere Kieseinschaltungen sind auf die Basis beschränkt. Die Gliederung von BARTZ im Raum Karlsruhe unterscheidet mehrere Sandpakete, offenbar fluviatiler Herkunft, sowie schluffig-tonige Einheiten, welche als Stillwasserabsätze gedeutet werden.

Die zyklische Abfolge beinhaltet einen dreifachen Wechsel von stärkeren Sandschüttungen mit mächtigeren Stillwassersedimenten (BARTZ 1982). Die pollenanalytischen Befunde von VON DER BRELIE (1982) lassen erkennen, daß das Jungtertiär II in der Region Karlsruhe keine miozänen Anteile enthält. Da dort das Jungtertiär II direkt den Oberen Hydrobienschichten des älteren Miozäns aufliegt (BARTZ

1982), fehlen dort offensichtlich nicht nur das Jungtertiär I, sondern auch die miozänen Zeitabschnitte des Jungtertiär II.

Im Raum Speyer–Germersheim ist die zyklische Entwicklung des Pliozäns in drei verschiedene Schüttungskomplexe teilweise ebenfalls erkennbar, allerdings ist eine einheitliche und großräumige Gliederung im nördlichen Oberrheingraben bislang nicht möglich (KÄRCHER 1987). Die palynologischen Altersdatierungen an kohligen Einschaltungen der pliozänen Schichten durch VON DER BRELIE (zuletzt 1982) führen zu dem Ergebnis, daß der älteste Pliozän-Zyklus I (unterer Teil) eventuell dem Susterium der niederländischen Gliederung entsprechen könnte, die jüngeren Zyklen (Pliozän I oberer Teil, Pliozän II und Pliozän III) würden danach das Brunssumium und Reuverium repräsentieren. Demnach wäre das Pliozän im nördlichen Oberrheingraben mehr oder weniger vollständig entwickelt. Auf die Problematik der Korrelation der genannten niederländischen Neogen-Stufengliederung über große Entfernungen hinweg wird von KRUTZSCH (1988) hingewiesen, so daß die feinstratigraphischen Ergebnisse von VON DER BRELIE nur vorläufigen Charakter haben dürften.

2.2. Quartär

Die quartären Lockergesteine des Oberrheingrabens bestehen aus einer Abfolge fein- und grobklastischer, fluviatiler und limnischer Sedimente, die mit deutlich unterschiedlicher Mächtigkeit entwickelt sind. Wesentliche Kenntnisse über die pliozänen und quartären Lockergesteine gehen auf die Arbeiten von BARTZ zurück. Im Akkumulationszentrum des nördlichen Oberrheingrabens, im „Heidelberger Loch", werden mit über 1000 m die größten Mächtigkeiten der pliozänen und quartären Ablagerungen erreicht; für das Quartär allein sind nach dem Bohrprofil der Heidelberger Thermalwasserbohrung 382 m anzusetzen (BARTZ 1953).

Das Quartär überlagert dabei offenbar meist konkordant das Pliozän. In der Schichtenfolge sind nach BARTZ (1982) nur noch wenige große Brüche nachweisbar, wobei offensichtlich eine gleichmäßige Sedimentation über vorhandene Schollengrenzen hinweg stattgefunden hat. Dieser Befund konnte durch die hydrogeologischen Kartierungen im Rhein–Neckar-Raum (1980) und im Raum Karlsruhe–Speyer (1988) weitgehend bestätigt werden (KÄRCHER 1987). Nördlich des Absenkungszentrums verringern sich die Quartärmächtigkeiten sehr rasch, größere Mächtigkeiten konzentrieren sich auf die östlichen Teile der Grabenscholle. Die von BARTZ (1974) konstruierte Mächtigkeitskarte des Quartärs für den gesamten Oberrheingraben weist für das Gebiet des Eicher Rheinbogens Werte zwischen 50 m im Westen und 150 m im Osten auf.

Die in den südlichen Anschlußräumen entwickelte lithostratigraphische Gliederung der Lockergesteine ist aus Abb. 3 ersichtlich.

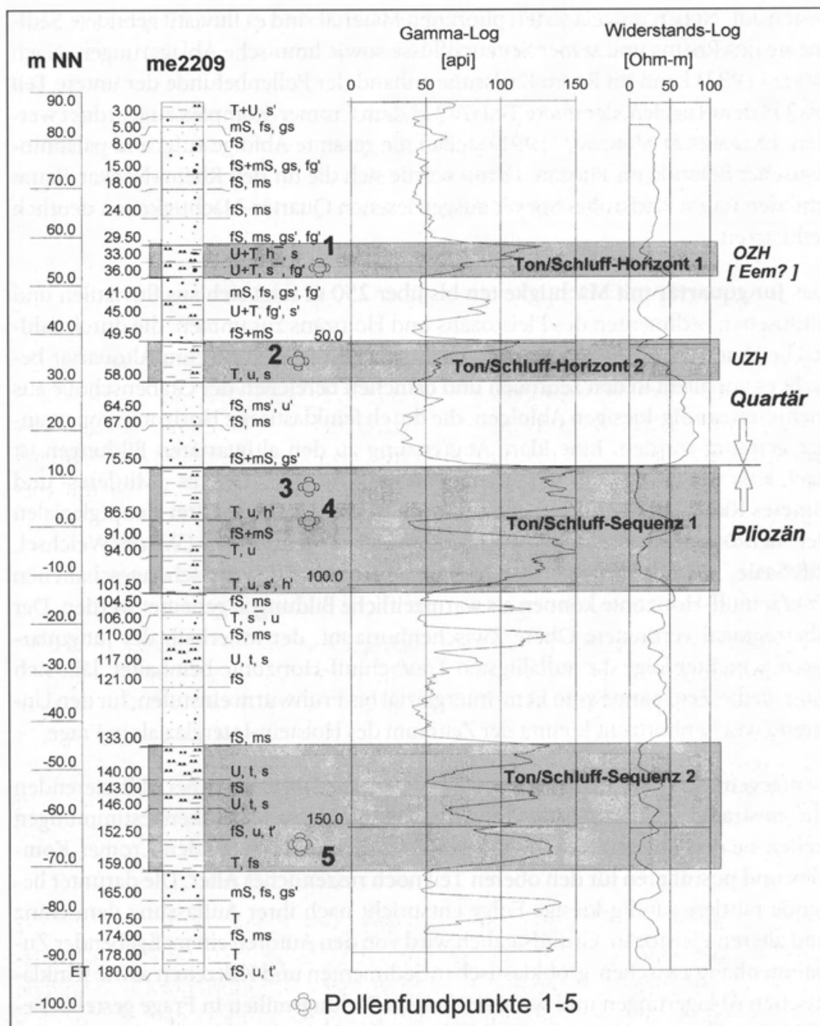


Abb. 2. Bohrprofil und Geophysiklogs der Bohrung 2209 Eich.

Es kann zwischen einer gröberklastischen Abfolge im Hangenden mit Einschaltungen von tonig-schluffigen Horizonten, die dem Jungquartär zugeordnet wird und einer überwiegend feinklastisch ausgebildeten Abfolge im Liegenden, die ins Altquartär gestellt wird, unterschieden werden (KÄRCHER 1987).

Das **Altquartär** umfaßt die bis über 100 m mächtige untere, sandig-schluffige Folge des Quartärs und baut sich aus einer Ton-Schluff-Feinsand-Wechselfolge mit gelegentlichen Einschaltungen von gröberem Sand, Kies, Braunkohlen und Holz-

resten auf. Neben umgelagerten pliozänen Material sind es fluviatil gebildete Sedimente des Rheins und seiner Seitenzuflüsse sowie limnische Ablagerungen. Nach BARTZ (1982) kann im Raum Karlsruhe anhand der Pollenbefunde der untere Teil (AQ 1) dem Tegelen, der obere Teil (AQ 2) dem Cromer-Komplex zugeordnet werden. ENGESSER & MÜNZING (1991) stellen die gesamte Abfolge aufgrund paläontologischer Befunde ins Pliozän. Damit würde sich die für den Rhein–Neckar-Raum und den Raum Karlsruhe–Speyer ausgewiesenen Quartär-Mächtigkeiten deutlich reduzieren.

Das **Jungquartär** mit Mächtigkeiten bis über 250 m setzt sich aus fluviatilen und limnischen Sedimenten des Pleistozäns und Holozäns zusammen, die durch zahlreiche Wasserbohrungen aufgeschlossen sind. Im Gegensatz zum Altquartär besteht es vor allem in den zentralen und östlichen Bereichen der Grabenscholle aus mehreren sandig-kiesigen Abfolgen, die durch feinklastische Horizonte voneinander getrennt werden. Eine klare Abgrenzung zu den altquartären Bildungen ist nach KÄRCHER (1987) nur in der Grabenscholle möglich. Oberes-, Mittleres- und Unteres Kieslager können in Anlehnung an BARTZ (1982) den drei Hauptglazialen der herkömmlichen süd- bzw. norddeutschen Gliederung (Würm/Weichsel, Riß/Saale, Mindel/Elster) zugeordnet werden. Die zwischengeschaltenen Ton/Schluff-Horizonte können als warmzeitliche Bildungen gedeutet werden. Der überregional verbreitete Obere Zwischenhorizont, der innerhalb der jungquartären Schichtenfolge die auffälligsten Ton/Schluff-Horizonte beinhaltet, läßt sich dann in die Zeitspanne vom Eem-Interglazial bis Frühwürm einstufen, für den Unteren Zwischenhorizont kommt der Zeitraum des Holstein-Interglazials in Frage.

Demgegenüber kommen ENGESSER & MÜNZING (1991) zu einer differierenden chronostratigraphischen Einstufung. Auf der Basis von Molluskenbestimmungen stellen sie den unteren Teil des Oberen Zwischenhorizonts in den Cromer-Komplex und postulieren für den oberen Teil noch rißzeitliches Alter. Die darunter liegende mittlere sandig-kiesige Folge entspricht nach ihrer Auffassung dem Günz und älteren Pleistozän. Grundsätzlich wird von den Autoren ein maßgebender Zusammenhang zwischen grobklastischen Sedimenten und Kaltzeiten sowie feinklastischen Ablagerungen und warmzeitlichem Bildungsmilieu in Frage gestellt (siehe hierzu auch VON KOENIGSWALD 1988).

3. Geologische Beschreibung des Bohrprofils 2209 Eich

3.1. Bohrprobenaufnahme und Gliederungskriterien

Die Qualität von Bohrprofilen hängt in entscheidendem Maße von der Güte der gewonnenen Bohrproben und deren teufengerechten Zuordnung ab.

Bei den häufig für die Erkundung von Lockergesteinsabfolgen eingesetzten drehenden Spülbohrverfahren kommt es insbesondere bei Druckspülbohrungen infolge von Ent- oder Vermischungseffekten im Spülstrom zu mehr oder minder starken Vermischungen in dem gewonnenen Bohrprobenmaterial.

Durch den Einsatz geophysikalischer Bohrlochmessungen ist eine entsprechende Korrektur und Interpretation der abgebohrten Schichtenfolge möglich. Mittlerweile gehören solche Meßprogramme zum festen Bestandteil einer wissenschaftlich korrekten Bohrerkundung in Lockergesteinen. Von den vielfältigen elektrischen, radioaktiven und akustischen Meßverfahren haben sich besonders die Gamma-Ray-Messung und die Widerstands-Messung als unverzichtbar für die Aufnahme eines brauchbaren Aufschlußprofils erwiesen. Bei den elektrischen Widerstandsmessungen (ES, RES) wird der elektrische Widerstand der Gesteine einschließlich ihres Wassergehaltes mittels durch das Bohrloch geführter Meßsonden (Elektroden) gemessen. Die Ermittlung der natürlichen Gammastrahlung (GR, GRL) beruht auf dem Zerfall radioaktiver Elemente und Isotope (u.a. Kaliumisotop 40K), die in tonigen Substanzen und glimmerreichen Sanden angereichert sind. Auch hier erfolgt die Messung mittels einer durch das Bohrloch geführten Meßsonde (Meßeinheit in Impulsen pro Zeiteinheit bzw. umgerechnet in den internationalen api-Standard=Einheit des American Petroleum Institute). Beide Messungen sollten unmittelbar nach Erreichen der Bohrungsendteufe im unverrohrten Bohrloch- für die Widerstandsmessung obligatorisch- durchgeführt werden.

Die Meßkurven ermöglichen zusammen mit den Bohrproben eine recht gute Interpretation des Sedimentkörpers und liefern wichtige Anhaltspunkte für die Untergliederung in größere lithostratigraphische Einheiten. Generell lassen sich so Wechselfolgen von Schluffen/Tonen und Sandlagen in den gegenläufigen Meßprofilen deutlich voneinander abgrenzen (Ton/Schluff = hohe Gamma-Werte und niedrige Widerstands-Werte; Sande = niedrige Gamma Werte und hohe Widerstands-Werte).

Für die Ermittlung der Pliozän/Pleistozän-Grenze haben sich die kaolinreichen Tone und Schluffe des Pliozäns als brauchbare Marker erwiesen. Sie zeichnen sich deutlich im Gamma-Log mit einer hohen Gamma-Eigenstrahlung aus. Eine detaillierte Gliederung von Pliozän und Pleistozän mittels eindeutigen Leithorizonten kann dagegen aus den Meßlogs nicht abgeleitet werden.

Weiterführende Laboruntersuchungen an dem Bohrprobenmaterial der Bohrung Eich (petrographische Analysen, Schwermineral- und Tonmineralbestimmungen) wurden bislang noch nicht durchgeführt. Nach den grundlegenden Arbeiten von BARTZ werden grobklastische Sedimente im Grabeninnern dann dem Quartär zugerechnet, wenn sie deutlich alpine Komponenten aufweisen, was auf dem veränderten Liefergebiet infolge der Vereinigung von Urrhein und Alpenrhein beruhen soll. Im Pliozän existierte dieser Anschluß noch nicht und demzufolge bestehen die Ablagerungen überwiegend aus Abtragungsschutt der Grabenrandgebiete, wonach sich nach BARTZ auch der im Quartärmaterial vorhandene Kalkgehalt erklärt. Die Änderung in der Lockergesteinsabfolge wird darüber hinaus durch einen Farbwechsel bei den Tonen und Schluffen von bunten Farbtönen- vorherrschend ockergelb- im Pliozän zu grau dominierten „schmutzigen" Farben im Quartär gekennzeichnet, desweiteren treten im Quartär verbreitet Kalkschalenreste auf.

An die Pliozän/Pleistozän-Grenze ist zusätzlich ein charakteristischer Wechsel in der Schwermineral-Vergesellschaftung gekoppelt. Eine weitergehende lithostratigraphische Differenzierung scheint mittels Schwermineraluntersuchungen nicht möglich zu sein (BARTZ 1982).

3.2. Bohrprofilbeschreibung

Die Profilaufnahme der Bohrung 2209 Eich wurde vor Ort anhand der ausgelegten Bohrproben durchgeführt und anschließend mit den geophysikalischen Meßlogs korreliert.

Schichtenverzeichnis der Bohrung 2209 Eich
Lage: TK 6216 Gernsheim, Rechts-Wert: 34 56 120, Hoch-Wert: 55 11 590, Höhe: 87,90 m ü.NN
Profilaufnahme: 26.05.1993
Bearbeiter: Dr. Kärcher, Geologisches Landesamt, Mainz
Profil:

0 bis 3,0 m:	Ton bis Schluff; schwach sandig graubraun
5,0 m:	Mittelsand, feinsandig, grobsandig hellgraurötlich
8,0 m:	Feinsand hellgrau-rötlich mit Glimmer und Schalenbruchstücken
15,0 m:	Feinsand bis Mittelsand; grobsandig, schwach feinkiesig rötlichgrau mit Glimmer und Schalenbruchstücken
18,0 m:	Feinsand, mittelsandig grau mit Glimmer und Schalenbruchstücken
24,0 m:	Feinsand, mittelsandig rötlichbraun mit Schalenbruchstücken
29,5 m:	Feinsand, mittelsandig, schwach grobsandig, schwach feinkiesig
33,0 m	Schluff bis Ton; sandig, stark humos (Holz und Torfreste) dunkelgraubraun
36,0 m:	Schluff bis Ton; stark sandig, schwach feinkiesig dunkelgraubraun (hellrote Tonlinsen)
41,0 m:	Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach feinkiesig hellgraubraun
45,0 m:	Schluff bis Ton; schwach feinkiesig, schwach sandig helloliv und blaugrau
49,5 m:	Feinsand bis Mittelsand; hellgraubraun
58,0 m	Ton, schluffig, sandig graubraun, graublau und graubraunrötlich
64,5 m:	Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig graubraun
67,0 m:	Feinsand, mittelsandig hellgrau
75,5 m:	Feinsand bis Mittelsand; schwach grobsandig hellgraubraun
86,5 m:	Ton, schluffig, schwach humos blaugrau und olivgrau
91,0 m:	Feinsand bis Mittelsand; hellgraubraun
94,0 m:	Ton, schluffig hellgraubraun und ockergelb
101,5 m:	Ton, schluffig, schwach sandig, schwach humos (feine Holzreste)
104,5 m:	Feinsand, mittelsandig hellgraubraun
106,0 m:	Ton, stark sandig, schluffig hellgraubraun
110,0 m:	Feinsand, mittelsandig hellgraubraun
117,0 m:	Schluff, tonig, sandig graubraun
121,0 m:	Feinsand graubraun
133,0 m:	Feinsand, mittelsandig hellgraubraun
140,0 m:	Schluff, tonig, sandig graubraunoliv
143,0 m:	Feinsand hellgraubraun
146,0 m:	Schluff, tonig, sandig graubraunoliv
152,5 m:	Feinsand, schluffig, schwach tonig hellgraubraun z.T. mit Holzresten
159,0 m:	Ton, schwach feinsandig hellgraugrün
165,0 m:	Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig hellgraubraun
170,5 m:	Ton hellgraubraun-schwach oliv
174,0 m:	Feinsand, mittelsandig
178,0 m:	Ton hellgraubraun- helloliv
180,0 m:	Feinsand, schluffig, schwach tonig hellgraubraun (Endteufe)

Das untersuchte Profil der Bohrung 2209 Eich kann in zwei deutlich unterschiedliche Abschnitte untergliedert werden (Abb. 2).

<table>
<tr><td colspan="2">Kartierung
Rhein–Neckar-Raum und
Raum Ludwigshafen–Frankenthal</td><td>Raum Speyer</td><td>Raum Karlsruhe–Speyer</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Jung-
quartär</td><td>Deckschichten</td><td>Deckschichten</td><td>Deckschichten</td></tr>
<tr><td>Terrassenablagerungen (TA)
bzw. Oberes Kieslager (OKL)</td><td>Terrassenablagerungen (TA)
bzw. Oberes Kieslager (OKL)</td><td>Terrassenablagerungen (TA)
bzw. Oberes Kieslager (OKL)</td></tr>
<tr><td>Oberer Zwischenhorizont (OZH)</td><td>Oberer Zwischenhorizont (OZH)</td><td>Oberer Zwischenhorizont (OZH)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Mittlere,
sandig-kiesige
Folge
Unterer
Zwischenton</td><td>Mittleres Kieslager (MKL)</td><td>Mittleres Kieslager (MKL)</td></tr>
<tr><td>Unterer Zwischenhorizont (UZH)</td><td rowspan="3">Arbeitsbegriff
„Altquartär“
(lithologisch)</td></tr>
<tr><td>Unteres Kieslager (UKL)</td></tr>
<tr><td>Alt-
quartär</td><td>Untere, sandig-schluffige Folge</td><td>Altquartär 2 (A Q 2)

Altquartär 1 (A Q 1)</td></tr>
<tr><td>Pliozän</td><td>Wechselfolge von
Sand-Schluff und Tonlagen</td><td>Pliozän III (P III)
Pliozän II (P II)
Pliozän I (P I)</td><td>Pliozän III (P III)
Pliozän II (P II)
Pliozän I (P I)</td></tr>
<tr><td>Miozän</td><td>Tone und Schluffe</td><td></td><td></td></tr>
</table>

Abb. 3. Gliederung der Lockergesteine im nördlichen Oberrheingraben (aus KÄRCHER 1987).

In der oberen, vorwiegend sandig-kiesigen Abfolge, sind zwei stärkere tonig-schluffig ausgebildete Horizonte eingeschaltet. Der Vergleich mit anderen Bohrungen (z.B. Brunnengalerie Eich der Stadtwerke Mainz AG) deutet darauf hin, daß der zwischen 29,5 m und 36 m Teufe vorliegende Ton/Schluff-Horizont 1 weiträumiger verbreitet ist. Möglicherweise ist er mit dem Oberen Zwischenhorizont des Rhein–Neckar-Raumes zu parallelisieren. Nach Pollenbefunden könnte er dem Eem-Interglazial zugeordnet werden. Beide Begriffe Ton/Schluff-Horizont 1 und Oberer Zwischenhorizont werden in dieser Arbeit synonym verwendet.

Der zwischen 49,5 m und 58 m Teufe eingeschaltete Ton/Schluff-Horizont 2, der dem Unteren Zwischenhorizont entsprechen könnte, tritt dagegen nur vereinzelt auf. Es ist aber auch zu bedenken, daß seine ursprüngliche Mächtigkeit und Verbreitung durch erosive Prozesse im Zusammenhang mit der nachfolgenden grobklastischen Sedimentation wieder reduziert wurde, bzw. zu einer vollständigen Abtragung geführt hat. Erosive Vorgänge haben sicherlich auch den Oberen Zwischenhorizont betroffen, der in einigen Profilen stark kondensiert auftritt oder auch vollständig fehlt.

Der untere Abschnitt ist insgesamt deutlich feinklastischer ausgebildet. In seinem oberen und mittleren Teil schaltet sich eine jeweils mächtige tonig-schluffige Schichtabfolge ein, die als Ton/Schluff-Sequenz 1 und 2 bezeichnet wird. Das Auftreten derartiger tonig-schluffiger Sequenzen mit meist nicht horizontbeständigen Sand-Schluff-Lagen ist typisch für die Pliozänabfolge. Die Ermittlung einer Zyklizität in der Schichtenfolge (Pliozängliederung in Schüttungszyklen Pliozän I–III) ist im Nordteil des Oberrheingrabens wegen fehlender auswertbarer Bohraufschlüssen über das gesamte Pliozänprofil derzeit nicht möglich.

Während die obere, sandig-kiesige Abfolge mit Beginn des Ton/Schluff-Horizontes 1 vorwiegend mit dunklen, graubraunen- bis graublauen Farbtönen vorliegt, herrschen in dem unteren feinklastischen Profilabschnitt hellere Farbtöne vor. Auffallend sind auch die olivfarbenen und ockergelben Einlagerungen mit Beginn der Ton/Schluff-Sequenz 1. Wie Bartz (1974) mitteilt, wurde in den Erdölbohrungen bei Weinheim und Heppenheim die Abgrenzung des Quartärs mit dem Einsetzen von ockergelben Tonen durchgeführt, was sich durch Pollenanalysen stützen ließ.

Das Kriterium „Kalkgehalt“ konnte generell in den aufgenommenen Bohrprofilen aus dem Großraum Eich nicht für die Pliozän/Pleistozän-Grenzziehung herangezogen werden, da Kalkanteile im Bohrgut immer wieder auch in den tieferen Profilabschnitten beobachtet werden konnten (siehe Kapitel 5).

4. Palynologie

Das Diagramm (Abb. 4) zeigt die prozentualen Anteile von Pollenkörnern und Sporen aus fünf kohligen Horizonten des Profils der Bohrung 2209 Eich. In den vier Spalten rechts außen ist das Auftreten von Algen qualitativ vermerkt.

Die beiden Pollenspektren aus dem Oberen- und Unteren Zwischenhorizont (35 m und 53 m Teufe) zeigen eine Zusammensetzung, wie sie in pleistozänen Schichten häufig angetroffen wird. An Baumpollen finden sich ausschließlich oder fast ausschließlich Körner von *Pinus* und *Picea* (der obere Horizont enthält hier noch *Betula* und *Alnus* in wenigen Exemplaren). Wärmeliebende Elemente fehlen ganz, der Anteil des Nichtbaumpollens ist gering. Der Befund läßt auf kühle und bewaldete Verhältnisse zur Bildungszeit beider Horizonte schließen. Die Wälder waren von Koniferen dominiert, Laubbäume spielten offenbar keine besondere Rolle. Die Spektren dürften entweder interstadiale Bedingungen widerspiegeln, oder es handelt sich um Phasen am Anfang oder gegen Ende von Interglazialzeiten (vor oder nach dem Auftreten wärmeliebender Vertreter der Vegetation). Konkrete stratigraphische Aussagen sind damit nicht zu machen. Auffallenderweise fanden sich bei weiteren palynologischen Untersuchungen an Proben aus den Zwischenhorizonten der weiteren Umgebung im nördlichen Oberrheingraben meist Mikrofloren ähnlicher Zusammensetzung. Daraus ließe sich schließen, daß die Zwischenhorizonte in kühlen Interstadialzeiten gebildet wurden. Möglicherweise handelt es sich dabei aber um Erosionsreste von Interglazialen, von denen die warmzeitlichen Abschnitte hier nicht mehr erhalten sind, da sie im Zusammenhang mit der nächstjüngeren Kiessedimentation wieder weitgehend ausgeräumt wurden.

Die pollenanalytischen Untersuchungen von Beug (1988) aus der Umgebung von Darmstadt befassen sich mit dem „oberen Ton“ (und dessen unmittelbarem Hangenden), der durch Kiesabbau und durch Bohrungen erschlossen wurde. Dieser Horizont dürfte lithostratigraphisch im Zusammenhang mit dem Oberen Zwi-

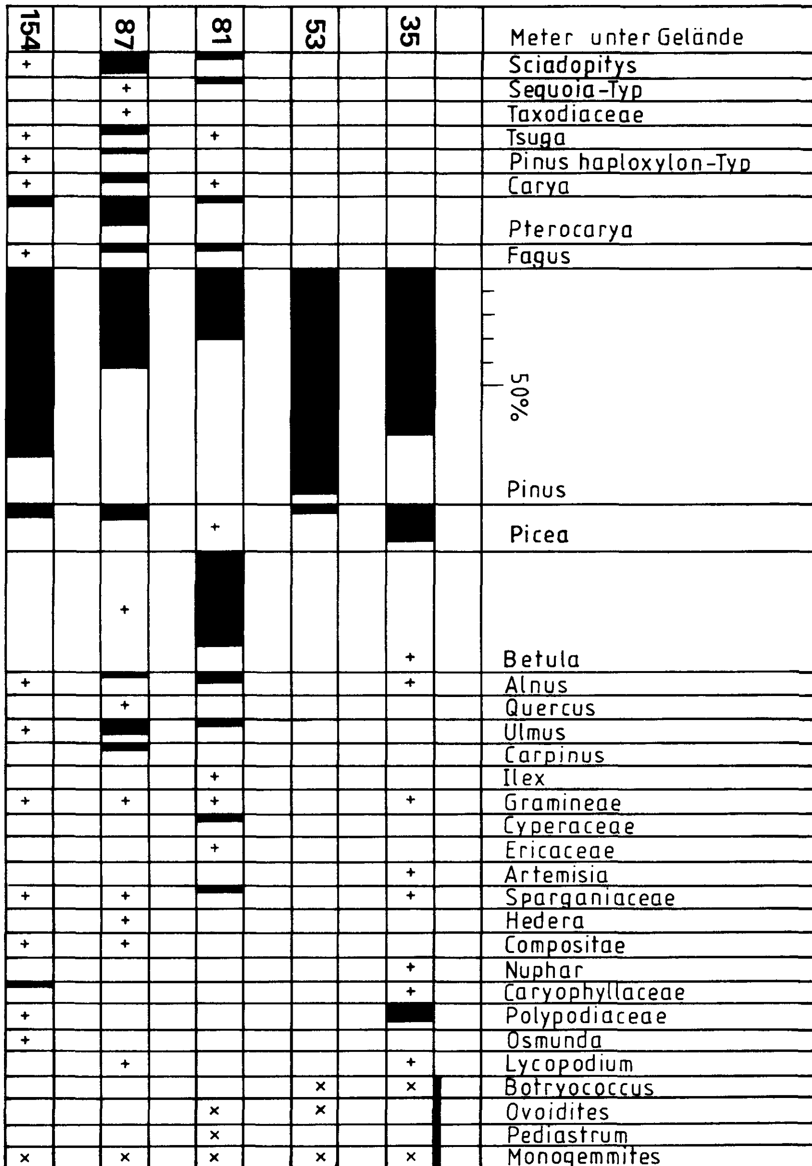


Abb. 4. Pollendiagramm der Bohrung 2209.
Die Gesamtzahl der Pollenkörner und Sporen einer Probe = 100%
+ Werte kleiner als 2%
x Algenformen im Spektrum vorhanden.

schenhorizont unserer Bohrung 2209 Eich zu sehen sein, allerdings erstrecken sich die von Beug bearbeiteten feinkörnigen Lagen über einen wesentlich größeren Teufenbereich (bei Groß-Rohrheim von 9,5–25,6 m u. G.). Die Pollenspektren aus dem dortigen Hangendabschnitt ähneln denen von Eich (Bohrung 2209) und lassen auf einen artenarmen, möglicherweise borealen Nadelwald schließen. Der Bereich wird von Beug stratigraphisch in die Schlußphase der letzten Warmzeit (Eem) oder in frühwürmzeitliche Interstadiale gestellt. Der Liegendabschnitt zeigt hingegen die mikrofloristischen Kennzeichen einer Warmzeit (mit *Carpinus*), die sehr wahrscheinlich dem Eem-Interglazial entspricht. Dies scheinen die reichen Funde von Säugerresten zu bestätigen (von Koenigswald 1988), die hier und an anderen Lokalitäten geborgen wurden (z. B. *Hippopotamus*).

Der Obere Zwischenhorizont der Bohrung 2209 bei Eich, nur ca. 5 Kilometer von Groß-Rohrheim entfernt, kann somit wohl auch ehestens einem frühwürmzeitlichen Interstadial oder dem ausgehenden Eem-Interglazial zugeordnet werden.
Die Einstufung des Unteren Zwischenhorizontes der Bohrung 2209 mit seiner stratigraphisch ebenfalls nicht direkt verwendbaren Mikroflora ist schwieriger, da keine aussagefähigen Befunde aus der Nachbarschaft vorliegen. Nach den umfangreichen palynologischen Untersuchungen von Von der Brelie (1982) im Pleistozän des Großraumes Karlsruhe führt dort der Untere Zwischenhorizont „Mikrofloren eindeutig mittel- bis jungquartären Charakters", die eine Warmzeit indizieren, wobei die genaue Altersstellung unklar bleibt.

In den Spektren beider Zwischenhorizonte treten Kolonien der Grünalge *Botryococcus* auf, dies spricht für eine Bildung beider Horizonte unter limnischenBedingungen.

Die tieferen drei kohligen Horizonte der Bohrung 2209 lieferten Mikrofloren völlig eindeutig pliozänen Charakters (bei 81 m, 87 m, u. 154 m Teufe). Neben den sogenannten „altquartären Leitformen" bzw. „Tertiärrelikten" (Von der Brelie 1982), wie *Carya*, *Pterocarya* und *Fagus*, treten bereits in der jüngsten Probe auch „pliozäne Leitformen" hervor. Besonders *Sciadopitys* und der *Sequoia*-Typ können im vorliegenden Fall als Indikator für ein bereits pliozänes Alter der jüngsten Probe angesehen werden. Alle drei Mikrofloren sind nicht sehr reich zusammengesetzt, der pliozäne Charakter wird im mittleren Spektrum (bei 87 m Teufe) am deutlichsten. Für präzisere stratigraphische Einstufungen und Parallelisierungen sind diese Einzelproben wenig geeignet. Der obere Abschnitt (Fundpunkte bei 81m u. 87 m Teufe) entspricht vermutlich dem Pliozän-Zyklus III nach Bartz (1982) und Von der Brelie (1982). Dies ist durch die mikrofloristischen Ähnlichkeiten indiziert und aufgrund der Lithostratigraphie auch naheliegend. Palynologisch zeichnet sich der Zyklus III und der hangende Abschnitt von Zyklus II u. a. durch ein Zurücktreten der „pliozänen Leitformen" aus (Von der Brelie 1982). Dieser Abschnitt wird von Von der Brelie in das Reuverium gestellt.

Die Zuordnung der ältesten Mikroflora der Bohrung 2209 (bei 154 m Teufe) in die Gliederung von BARTZ und VON DER BRELIE ist kaum möglich. Der Pliozän-Zyklus I ist durch höhere Juglandaceae-Anteile geprägt, der ältere Abschnitt von Zyklus II durch *Fagus*-Maxima.

Demnach dürfte unsere tiefste Mikroflora der Bohrung 2209 vermutlich noch dem Hangendabschnitt von Zyklus II oder dem Zyklus III angehören. Die stratigraphische Verwendbarkeit von Einzelproben ist häufig eingeschränkt, da sich bestimmte Vergesellschaftungen wiederholen können oder zuwenig aussagekräftig sind. Im vorliegenden Fall ist auch die Position der Pliozänbasis und damit die Gesamtmächtigkeit des Pliozäns nicht bekannt. Diese kann im hier betrachteten Gebiet 300 Meter übersteigen.

Im oberen Abschnitt des pliozänen Profilanteils der Bohrung 2209 tritt bei 81 m Teufe die Grünalgengattung *Pediastrum* auf. Dies kann als Hinweis für limnische Sedimentationsbedingungen gewertet werden.

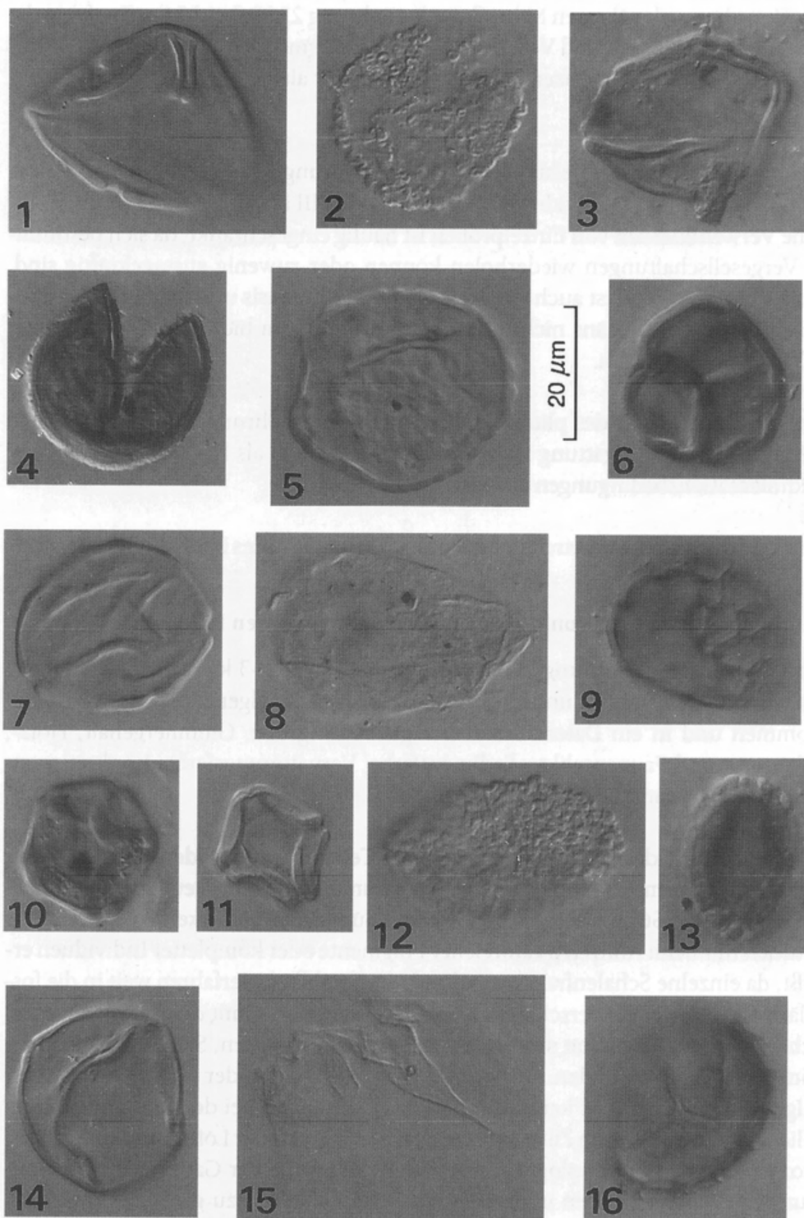
Auf Tafel 1 sind einige Vertreter der pliozänen Mikroflora des Bohrprofils abgebildet.

5. Interpretation von Konkretionen und Makrofossilien im Profil

Von der Aufschlußbohrung 2209 wurden vor Ort ca. 2–3 kg Probenmaterial pro Bohrmeter entnommen und die Einzelproben nach folgenden Kriterien aufgenommen und in ein Datenblatt übertragen: Korngröße, Glimmergehalt, Holz-, Pflanzen-, und Faunenrelikte, Sedimentfarbe, Verwitterungsfarbe, Konkretionen, Rundungsgrad und Besonderheiten (Abb. 5).

Die fossilen Funde setzen sich zum größten Teil aus Gastropoden- und Bivalvenresten zusammen. Es kommen über die gesamte Teufe verstreut sowohl landlebende als auch Süßwassergastropoden und Süßwassermollusken vor. Die Funde wurden nur beim Auftreten zahlreicher Fragmente oder kompletter Individuen erfaßt, da einzelne Schalenfragmente durch das Spühlbohrverfahren weit in die fossilärmeren Horizonte verschleppt werden können und somit die Aussagen verfälschen würden. Insgesamt sind komplette Individuen selten, Schalenbruchstücke hingegen häufig zu finden. Der biostratigraphische Wert der Gastropoden ist im allgemeinen gering und kann nur mäßige Hilfestellung bei der stratigraphischen Gliederung geben. Nach ZIEGLER (1993) ist der Leitwert der Lößschnecken im Pleistozän aufgrund der ökologischen Abhängigkeit einzelner Gattungen in Verbindung mit Veränderungen in den Umweltbedingungen dazu geeignet, Fundhorizonte zeitlich einzuordnen.

Im obersten Abschnitt des Bohrprofils konnte innerhalb eines grauen, gleichkörnigen, 5 m mächtigen Mittelsandpaketes bei 6–7 m Teufe eine würmzeitliche *Co-*


1
2
3
4
5
20 µm
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

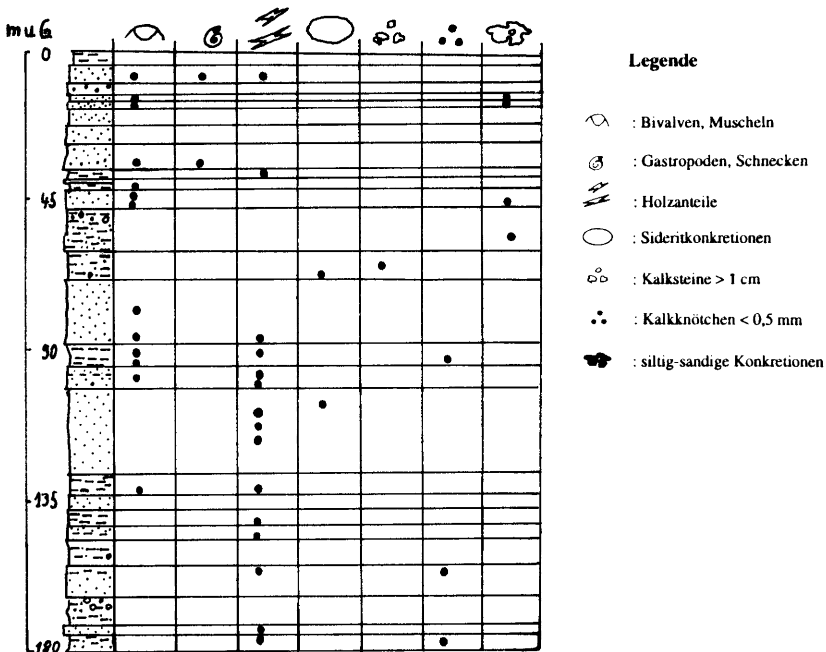


Abb. 5. Verteilung von Mollusken, Pflanzenresten und Konkretionen im Profil der Bohrung 2209.

◀

Tafel 1. Mikroflora aus dem Pliozän (Bohrung 2209)

Fig. 1. *Caryapollenites simplex* (R.POT.) RAATZ (Juglandaceae; *Carya*)
Fig. 2. *Sciadopityspollenites serratus* (R.POT.& VEN.) RAATZ (Taxodiaceae; *Sciadopitys*)
Fig. 3. *Polyatriopollenites stellatus* (R.POT.) PFLUG (Juglandaceae; *Pterocarya*)
Fig. 4. *Sequoiapollenites polyformosus* (THIERGART) (Taxodiaceae;?*Sequoia*)
Fig. 5. *Polyporopollenites undulosus* (WOLFF) THOMSON & PFLUG (Ulmaceae; *Ulmus*)
Fig. 6. *Ericipites ericius* (R.POT.) R.POT. (Ericaceae)
Fig. 7. *Polyatriopollenites stellatus* (R.POT.) PFLUG (Juglandaceae; *Pterocarya*)
Fig. 8. *Cyperaceaepollis sp.* (Cyperaceae)
Fig. 9. *Retitriletes sp.* (Lycopodiaceae; *Lycopodium*)
Fig. 10. *Polyvestibulopollenites verus* (R.POT.) THOMSON & PFLUG (Betulaceae; *Alnus* fünfporat)
Fig. 11. *Polyvestibulopollenites verus* (R.POT.) THOMSON & PFLUG (Betulaceae; *Alnus* vierporat)
Fig. 12. *Sciadopityspollenites serratus* (R.POT.& VEN.) RAATZ (Taxodiaceae; *Sciadopitys*)
Fig. 13. *Ilexpollenites iliacus* (R.POT.) THIERGART (Aquifoliaceae; *Ilex*)
Fig. 14. *Carpinuspollenites carpinoides* (PFLUG) NAGY (Betulaceae; *Carpinus*)
Fig. 15. *Pediastrum sp.* (Bruchstück) (Chlorophyceae)
Fig. 16. *Retitriletes sp.* (Lycopodiaceae; *Lycopodium*).

Herkunft: Fig. 3, 4, 6, 8, 10, 12, 13, 14 aus 81 m Teufe; Fig. 1, 2, 5, 7, 9, 11, 15, 16 aus 87 m Teufe.

lumella-Fauna (kaltzeitliche Fauna des Hochwürm, vgl. LÖSCHER 1988, NEUBERT & KINZELBACH 1988) mit Übergang zu einer Würm-Interstadial-Fauna von cand. Geol. G. FÖRSTERLING und Dipl. geol. M. GRIMM (beide Mainz), bestimmt werden (siehe Tafel 2).

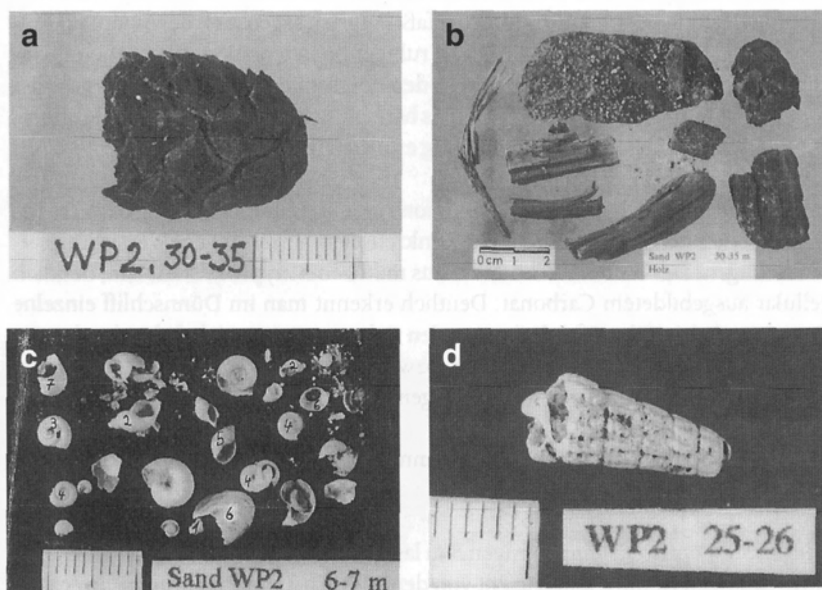
Schalenfragmente fanden sich weiterhin zahlreich, z. T sehr gut erhalten und meist an Grob- bis Feinsandpakete gebunden bis in eine Teufe von 83 m und setzen dann schlagartig aus. Die Fossilreste reichen somit in das Hangende des oberen pliozänen Tonhorizontes hinein. Die Verteilung der Mollusken innerhalb des Profils läßt sich auf zwei größere Abschnitte von 3–30 m Teufe und von 69–83m Teufe eingrenzen. Der obere Abschnitt wird von einer wechselgelagerten Grob-Mittelsandfolge gebildet, welche nach unten in tonige Lagen übergeht.

Neben den Faunenrelikten treten im Profil auch Holz- und Pflanzenpartikel in unterschiedlichem Erhaltungszustand, Größe und Häufigkeit auf. Ihre Größe variiert von mm-großen Splittern, bzw. Pflanzenhäcksel bis zu cm-dicken und ca. 5 cm langen Holzstücken. Größere Stücke wurden aufgrund des Bohrverfahrens nicht gefördert. Oft findet man auch Rindenstücke von Koniferen oder erkennt Wachstumsringe eines Astfragmentes. Eine Besonderheit stellt ein Lärchenzapfen (*Larix*) dar, welcher aus einer Teufe von 34–35 m aus dem Oberen Zwischenhorizont gefördert wurde (siehe Tafel 2). Reste von *Larix* wurden verschiedentlich in der weiteren Umgebung (z. B. bei Groß-Rohrheim) in vergleichbarer lithostratigraphischer Position gefunden (KREUZ & LEISTIKOW 1988, LÖSCHER 1988, SCHOCH 1988).

Die Farbe aller Holzreste im Profil der Bohrung 2209 ist einheitlich dunkelbraun, zwischen den einzelnen Holzlagen kommt es durch bestimmte organische Substanzen zur Schwarzfärbung. Es können insgesamt neun Zonen unterschiedlicher Teufe ausgeschieden werden, in welchen durchgehend Holz auftritt. Der markanteste, zwei Meter mächtige Abschnitt liegt im Oberen Zwischenhorizont in 31–33 m Teufe, hier fand sich auch der Lärchenzapfen. Mächtigere holzführende Bereiche treten erst in den pliozänen Sedimenten auf. Davon liegt die oberste Zone im Übergangsbereich Pleistozän/Pliozän von 72–78 m Teufe. Es folgen vorwiegend an Sandpakete gebundene Zonen von 1–7 m Mächtigkeit in 87–91 m, 93–95 m, 108–109 m, 119–126 m, 149–152 m und in 173–178 m Teufe.

Bei der Untersuchung des Probenmaterials fanden sich drei Typen von konkretionären Gebilden: Siderit- und Kalkkonkretionen, sowie calcitisch gebundene siltig-sandige Konkretionen.

Das Auftreten von Konkretionen innerhalb der quartären Schichtenfolge des Oberrheingrabens wurde in den Arbeiten von ANDERLE (1968), BARTZ (1982) und KÄRCHER (1987) erwähnt. Eine eingehendere Betrachtung zur Verteilung und Genese sowie eine exakte makroskopische und mikroskopische Beschreibung der



Tafel 2. Mollusken und Pflanzenreste aus dem Pleistozän der Bohrung 2209.

Fig. a) Lärchenzapfen (*Larix*) (34–35 m Teufe)

Fig. b) Holzbruchstücke, Borkenreste, Astfragmente und ein gut erhaltener Lärchenzapfen (*Larix*) (31–35 m Teufe)

Fig. c) Würmzeitliche *Columella*-Fauna mit Übergang in Würm-Interstadial-Fauna. (Bohrung 2209; 6–7 m Teufe): 1. *Pupilla muscorum*; 2. *Succinea oblonga*; 3. *Trichia hispida*, [1,2,3 = Landschnecken, würmzeitl. (kaltzeitl.) *Columella*-Fauna]; 4. *Planorbis* sp; 5. *Lymnaeidae* inc. sed., 6. *Pisidium* sp.; 7. *Chondrula* aff. tridens (Süßwasserschnecken/Muscheln)

Fig. d) *Granulolabium* sp. (Umlagerung aus tertiären Schichten). (25–26 m Teufe).

Konkretionen sollte klären, ob diese zur großräumlichen stratigraphischen Korrelation herangezogen werden können.

Die Sideritkonkretionen, auch als Eisensteingeoden bezeichnet, (z. B. FÜCHTBAUER 1988) fanden sich innerhalb des Profils in Form von gut gerundeten, eiförmigen bis ellipsoiden Aggregaten mit meist glatter Oberfläche und einer Größe von 0,5–5,0 cm. Nachgewiesen wurden sie in einem tonigen Horizont in einer Teufe von 56–58 m (Unterer Zwischenhorizont) als ockerfarbene bis dunkelbraune, sehr gut ausgehärtete Tonsteine in Kiesgröße. Ein zweites Vorkommen gleicher Ausprägung, welches an eine tonig-siltige Feinsandlage gebunden ist, liegt in 115–116 m Teufe vor.

Härte, Entfestigung und Farbe der Konkretionen hängen vom Grade der Oxidation ab, und sind ein Indiz für Verwitterungserscheinungen. Siderit liegt in den Kon-

kretionen feindispers vor. Zusammengefaßt läßt sich sagen, daß der Siderit in dünnen Lagen und Konkretionen in Zeiten ruhiger Sedimentation, vermutlich in flachen anoxischen Seen und Tümpeln in den obersten cm des Sedimentes gebildet wurden, (z. B. BAHRIG & CONZE 1986). Es handelt sich um autochthone Bildungen, die z. T. eine anschließende Umlagerung erfuhren (FÜCHTBAUER 1988).

Im Anschnitt ließ sich in keiner Konkretion eindeutig eine Schichtung bzw. ein Lagenbau erkennen, doch zeigten alle Konkretionen konzentrische Verfärbungserscheinungen. Das Bindemittel besteht aus mikro- bis kryprokristallinem, deutlich zellular ausgebildetem Carbonat. Deutlich erkennt man im Dünnschliff einzelne Quarzpartikel in Siltgröße. Im regionalen Rahmen eignen sich Sideritkonkretionen, um größere Stillwasserbereiche, bzw. Süßwasserseen zu belegen, und um zeitliche Markierungshorizonte festzulegen.

In Abb. 6 sind die charakteristischen Kennzeichen der genannten Konkretionstypen zusammengefaßt.

Durch ihren bizarren, feingliedrigen Bau lassen sich die mm bis wenige cm großen siltig-sandigen Konkretionen leicht von den anderen Typen, aber nur schwer vom umgebenden Sediment unterscheiden. Diese calcitisch gebundenen Formen sind meist länglich, fingrig und oft innnen hohl ausgebildet. Z. T. treten kleine Röhrchen mit einem Durchmesser von 2–5mm, aber auch Knollen mit feinen, mm-dicken Wulsten und einer sehr unregelmäßigen Oberfläche auf. Das calcitische Bindemittel füllt die Hohlräume des umgebenden Sedimentes, welches sich aus mittelgroben bis feinen Sanden, z. T. Kalksanden und Silt zusammensetzt, vollständig aus. Die Konkretionen brechen hart mit scharfkantigem Bruch.

Die siltig-sandigen Kalkkonkretionen lassen sich als Rhizolithrelikte eines fein- bis mittelkörnigen, nur mäßig geschichteten und gut bis sehr gut durchwurzelten sandig-kalkigen Paläobodens interpretieren (vgl. KLAPPA 1979). Aufgrund ihres breit gestreuten Auftretens eignen sie sich nicht für eine stratigraphische Feingliederung. Generell sind sie hier an Grobsand- bis Kiesschüttungen des Teufenbereichs zwischen 20 m und 70 m gebunden.

Den dritten Konkretionstyp stellen sehr reine 1–5 mm große, weiße Kalkknötchen dar. Bei diesen Kalkknötchen handelt es sich vermutlich um autochtone Kleinkonkretionen, welche im Arbeitsgebiet an das Vorkommen wasserundurchlässiger und meist intensiv dunkelgrün gefärber Tone des Pliozäns gebunden sind.

Stark zersetzte Schalenfragmente innerhalb dieser Schichten und der hohe Kalkgehalt der Kalkknötchen lassen den Schluß zu, daß deren Substanz aus gelösten Schalenresten stammen dürfte. Die stark porösen Schalenreste ließen keine Be-

Ansprache	Sideritkonkretion	sandig-siltige Konkretionen	Kalkknötchen
äußere Form	splittrig brechend, sehr gut gerundet	bizarre, astige Form, häufig mit hohlen Röhren	unregelmäßige, kugelige Form
Oberfläche	glatt mit Rissen	sandpapierartig, rauh	glatt
Farbe	schwarz, rotbraun, graubraun-grau	hellgrüngrau – weißgrau	pastellweiß – weißgelb
Härte	außen mit dem Fingernagel ritzbar,H:3, im Kern mit Nagel ritzbar, H:6	H:4	H:4
Zonierung	deutlich konzentrisch ausgebildet	keine	keine
Schrumpfrisse	bei den dunkelbraunen Stücken nur im Kern, offene cm tiefe Risse	durch Calcit verheilte Risse	gelegentlich durch Lösung des Kalkes entstandene Hohlräume
Wasserlöslichkeit	an der OF gut, im Kern keine Löslichkeit	an der Oberfläche gut	keine
Kalkgehalt	an der OF sehr hoch, im Kern niedrig	sehr hoch, da calc. Bindemittel	sehr hoch, da $CaCO_3$ Hauptbestandteil der Konkretion
Korngröße der Konkretion, bzw. des Bindemittels	> 0,063 µm	1–2 mm, Bindemittel mikritisch	mikritisch
Einschlüsse	einzelne Klasten wurden an der Oberfläche eingeschlossen	calcitisches Bindemittel hält umgebendes sandiges Material fest	keine

Abb. 6. Makroskopische Beschreibung der Konkretionen.

stimmung zu. Den Kalkknötchen scheint eine stratrigraphische Bedeutung als Marker für das Pliozän im Oberrheingraben zuzukommen, worauf auch die Befunde von BARTZ (1982) aus dem Raum Karlsruhe hinweisen.

Das Kapitel 5 ist Teil der Diplomarbeit von cand. geol. I. SCHILL (Betreuer: Prof. Dr. R. GAUPP, Mainz).
Die Übersetzung der Kurzfassung wurde dankenswerterweise von Dr. R. BLUM (Wiesbaden) besorgt.

6. Schriftenverzeichnis

ANDERLE, H.-J. (1968): Die Mächtigkeit der sandig-kiesigen Sedimente des Quartärs im nördlichen Oberrhein-Graben und der östlichen Untermain-Ebene. – Notizbl. hess. Landesamt f. Bodenforschung, **96**: 185–196, 8 Taf.; Wiesbaden.

BAHRIG, B., & CONZE, R. (1986): Siderit als Tracer frühdiagenetischer Prozesse. – Treffen deutschsprachiger Sedimentologen, 7/8. 3. 1986, Abstractband; Freiburg i. Br.

BARTZ, J. (1953): Revision des Bohrprofils der Heidelberger Radium-Sol-Therme. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Verein., N.F, **33**: 101–125, 2 Abb.; Freiburg i. Br.

– (1974): Die Mächtigkeit des Quartärs im Oberrheingraben. – In: ILLIES, J. H., & Fuchs, K. [Hrsg.]: Approaches to Taphrogenesis – Inter Union Comm. Geodyn. sci. Rep. **8**: 78–87, 1 Abb.; Stuttgart (Schweizerbart).

– mit Beiträgen von VON DER BRELIE, G., & MAUS, H.-J. (1982): Quartär und Jungtertiär II im Oberrheingraben im Großraum Karlsruhe. – Geol. Jb., **A 63**, 237 S., 28 Abb., 8 Tab., 2 Taf.; Hannover.

BEUG, H.-J. (1988): Über die pollenanalytische Datierung einiger jungpleistozäner Proben aus der Oberrheinebene bei Darmstadt. – In: KOENIGSWALD, W. VON (Hrsg.) (1988): Zur Paläoklimatologie des letzten Interglazials im Nordteil der Oberrheinebene. – Paläoklimaforschung, Bd. **4**:105–116, 2 Tab.; Stuttgart – New York (Gustav Fischer).

BOIGK, H. (1981): Erdöl und Erdölgas in der Bundesrepublik Deutschland. – 329 S., 109 Abb., 51 Tab., 2 Falttaf.; Stuttgart (Enke).

BRELIE, G., VON DER (1974): Mikrofloristische Untersuchungen zur Altersstellung der jungtertiären Ablagerungen im mittleren und nördlichen Oberrheingraben. In: ILLIES, H., & FUCHS, K. (Hrsg.): Approaches to Taphrogenesis – Inter Union Comm. Geodyn. sci. Rep. **8**: 145–155, 1 Abb., 1 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).

– (1982): Pollenuntersuchungen. – In: BARTZ, J. mit Beiträgen von VON DER BRELIE, G., & MAUS, H.-J. (1982): Quartär und Jungtertiär II im Oberrheingraben im Großraum Karlsruhe. – Geol. Jb., **A 63**: 199–227, 8 Tab.; Hannover.

ENGESSER, W., & MÜNZING, K. (1991): Molluskenfaunen aus Bohrungen im Raum Phillipsburg–Mannheim und ihre Bedeutung für die Quartärstratigraphie des Oberrheingrabens. – Jh. geol. Landesamt Baden-Würtemberg, **33**: 97–117, 4 Abb., 5 Tab., 1 Taf.; Freiburg i. Br.

FISCHER, K., & WENZ, W. (1925): Die Prososthenienschichten von Frankfurt a.M.-Praunheim und ihre Fauna. – Arch. f. Molluskenk., **57**: 222–233, 1 Taf.; Frankfurt a.M.

FÜCHTBAUER, H. (Hrsg.) (1988): Sediment-Petrologie Teil II. Sedimente und Sedimentgesteine. – 1141 S., 660 Abb., 113 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).

FUHRMANN, U., & LIPPOLT, H.-J. (1987): K-Ar-Datierungen an Maintrapp-Basalten aus Bohrungen in Frankfurt a.M. nach der 40 Ar/39 Ar-Stufenentgasungstechnik. – Geol. Jb. Hessen, **115**: 245–257, 6 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.

HINSCH, W., & MODELL, H. (1959): Die Altersstellung des „Obermiozäns" im Raum von Pfungstadt. – Z. deutsch. geol. Ges., **111**: 168-174, 1 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

HOTTENROTT, M. (1987): Palynologie und Stratigraphie im Tertiär von Mittelhessen und Umgebung. – N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **175** (1): 65–79, 4 Abb.; Stuttgart.

– (1988): Palynologie, Stratigraphie und Paläogeographie im Tertiär von Mittelhessen und Umgebung. – Geol. Jb. Hessen, **116**: 113–168, 20 Abb.; Wiesbaden.

– (1993): Mikrofloristische Gliederung und Charakterisierung der Tertiärschichten von Frankfurt a.M. – In: KÜMMERLE, E., & SEIDENSCHWANN, G. (1993): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Blatt 5818 Frankfurt a.M. Ost, 3. Auflage, 54–69, 1 Abb., 1 Tab., 1 Taf; Wiesbaden.

ILLIES, H. (1962): Prinzipien der Entwicklung des Rheingrabens, dargestellt am Grabenabschnitt von Karlsruhe. – Mitteilungen aus dem Geologischen Staatsinstitut in Hamburg, **31**: 58–122, 15 Abb., 2 Taf., 2 Beil.; Hamburg.

KÄRCHER, Th. (1987): Beiträge zur Lithologie und Hydrogeologie der Lockergesteinsablagerungen (Pliozän, Quartär) im Raum Frankenthal, Ludwigshafen - Mannheim, Speyer. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **69**: 279–320, 17 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.

KREUZ, A., & LEISTIKOW, K. U. (1988): Holzfunde aus jungquartären Ablagerungen der nördlichen Oberrheinebene und ihre chronostratigraphische Deutung. – In: KOENIGSWALD, W. VON (Hrsg.) (1988): Zur Paläoklimatologie des letzten Interglazials im Nordteil der Oberrheinebene. – Paläoklimaforschung, Bd. **4**: 117–147, 24 Abb., 1 Tab., Anhang; Stuttgart – New York (Gustav Fischer).

KLAPPA, C. F. (1979): Calcified filaments in Quarternary calcretes: Organo-mineral interactions in the subaerial vadose environment. – J. Sed. Petrol., **49**: 955–968; Tulsa.

KOENIGSWALD, W., VON (Hrsg.) mit Beiträgen von BEUG, H.-J., FRENZEL. B., KINZELBACH, R., KLINGER, R., KOENIGSWALD, W. VON, W., KREUZ, A., LEISTIKOW, K. U., LÖSCHER, M., NEUBERT, E., SCHOCH, W., & SCHWEISS, D. (1988): Zur Paläoklimatologie des letzten Interglazials im Nordteil der Oberrheinebene. – Paläoklimaforschung, Bd. **4**, 327 S., 137 Abb., 25 Tab.; Stuttgart – New York (Gustav Fischer).

KRUTZSCH, W. (1988): Kritische Bemerkungen zur Palynologie und zur klimastratigraphischen Gliederung des Pliozäns bis tieferen Altpleistozäns in Süd-, Südwest-. Nordwest- und pro parte Mitteleuropa sowie die Lage der Pliozän/Pleistozän-Grenze in diesem Gebiet. – Quartärpaläontologie, **7**: 7–51, 2 Tab.; Berlin.

KÜMMERLE, E. (1978): Die Tertiärschichten im Stadtgebiet von Frankfurt am Main. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **66**: 207–212, 1 Tab.; Stuttgart.

– & SEIDENSCHWANN, G. (1993): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen 1:25000, Blatt 5818 Frankfurt a. M. Ost, – 3. Auflage, 308 S., 31 Abb., 36 Tab., 3 Beibl.; Wiesbaden.

– & Scheer, H.-D. (1978): Die geologischen Verhältnisse längs der U-Bahn-Strecke Leipziger Straße in Frankfurt am Main. – Geol. Jb. Hessen, **107**: 145–161, 1 Abb., 2 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.

Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg, & Hessisches Ministerium für Umwelt, & Ministerium für Umwelt und Gesundheit Rheinland-Pfalz (1980): Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein–Neckar-Raum – Analyse des Ist-Zustandes. – 71 S., 12 Abb., 10 Tab., 14 Anlagen; Stuttgart–Wiesbaden–Mainz.

Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg, & Ministerium für Umwelt und Gesundheit Rheinland-Pfalz (1988): Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung im Raum Karlsruhe–Speyer – Analyse des Ist-Zustandes und Aufbau eines mathematischen Grundwassermodells. – 111 S., 23 Abb., 9 Tab., 11 Anlagen; Stuttgart– Mainz.

LÖSCHER, M. (1988): Stratigraphische Interpretation der jungpleistozänen Sedimente in der Oberrheinebene. – In: KOENIGSWALD VON, W. (Hrsg.) (1988): Zur Paläoklimatologie des letzten Interglazials im Nordteil der Oberrheinebene. – Paläoklimaforschung, Bd. **4**: 79–104, 15 Abb., 5 Tab.; Stuttgart – New York (Gustav Fischer).

NEUBERT, E., & KINZELBACH, R. (1988): Warm- und kaltzeitliche Molluskenfunde aus der nördlichen Oberrheinebene. – In: KOENIGSWALD, W. VON (Hrsg.) (1988): Zur Paläoklimatologie des letzten Interglazials im Nordteil der Oberrheinebene. – Paläoklimaforschung, Bd. **4**: 193–203, 1 Abb., 2 Tab.; Stuttgart–New York (Gustav Fischer).

ROTHAUSEN, K.-H., & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken. – Samml. Geol. Führer, **79**, 203 S., 21 Abb., 3 Tab., 47 Taf.; Berlin–Stuttgart (Borntraeger).

SCHAD, A. (1965): Abtragungserscheinungen an der Grenze Jungtertiär I/Jungtertiär II im Inneren des mittleren Rheintalgrabens. – Senckenbergiana leth., **46a**: 363–376, 3 Abb., 1 Tab.; Frankfurt a.M.

SCHILL, I.(1995): Untersuchungen zur Petrographie und Stratigraphie quartärer Sedimente des nordwestlichen Rheingrabens im Raum Eich, Gernsheim. – Dipl. Arb. Univ. Mainz, 92 S. (unveröff.); Mainz.

SCHOCH, W. H. (1988): Holzfunde aus den jungpleistozänen Sedimenten der Oberrheinebene. – In: Koenigswald, W. Von (Hrsg.) (1988): Zur Paläoklimatologie des letzten Interglazials im Nordteil der Oberrheinebene. – Paläoklimaforschung, Bd. 4: 149–172, 14 Abb., 1 Tab. ; Stuttgart–New York (Gustav Fischer).
STRAUB, E.W. (1962): Die Erdöl- und Erdgaslagerstätten in Hessen und Rheinhessen. – Abh. geol. Landesamt Baden-Würtemberg, 4: 123–136, 6 Abb.; Freiburg im Breisgau.
ZIEGLER, B. (1983): Einführung in die Paläobiologie Teil 2. Spezielle Paläontologie. – 409 S., 410 Abb., 1 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart).

Anschrift der Autoren:
Dr. MARTIN HOTTENROTT
Hessisches Landesamt für Bodenforschung
Leberberg 9
65191 Wiesbaden

Dr. THOMAS KÄRCHER
Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz
Emmeransstraße 36
55116 Mainz

cand. geol. INGO SCHILL
Institut für Geowissenschaften
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Becherweg 21
55014 Mainz

Manuskript eingegangen am 1. 7. 1995